El prodigioso avance tecnológico lo logró Guillermo Marconi el 12 de diciembre de 1901. «Marconi anunció hoy el más maravilloso de los acontecimientos de los tiempos modernos. Afirma haber recibido señales eléctricas a través del Atlántico, desde la estación de Cornualles», publicó días después el rotativo estadounidense «The New York Times». A cien años vista de aquel fantástico descubrimiento, que abrió las puertas a los enlaces por radio a gran distancia, ANTENA rinde homenaje al genial investigador italiano.

Cien años del primer enlace por radio a gran distancia

José Luis Ausín, Ingeniero Técnico de Telecomunicación.



Marconi

Hace un siglo se llevó a cabo la primera comunicación radiotelegráfica a través del Atlántico. Se cubrió una distancia de unos 3.684 km, entre la localidad de Poldhu, península Lizard, condado de Cornualles, al suroeste de Inglaterra, y la bahía de San Juan, en Terranova, Canadá.

Esta comunicación la consiguieron Guillermo Marconi y sus colaboradores el mediodía del 12 de diciembre de 1901.

Hasta entonces las comunicaciones de TSH habían alcanzado distancias más modestas, primero de unos pocos metros, luego algunos kilómetros, llegando hasta unos 250 km.

Al hablar de esta transmisión, no podemos dejar de mencionr los conocimientos científicos que sobre la TSH se tenían en esa época, poues puede ser interesante compararlos con la nuestra y agradecer que, con aquellos medios, rudimentarios e inseguros, pudiera llegar a desarrollarse la telecomunicación de hoy. A nuestro juicio, dos aspectos llaman la atención: los medios técnicos empleados para hacer posible esta primera comunicación a través del Atlántico y los conocimientos, que entonces se tenían, sobre la propagación de las ondas de radio.

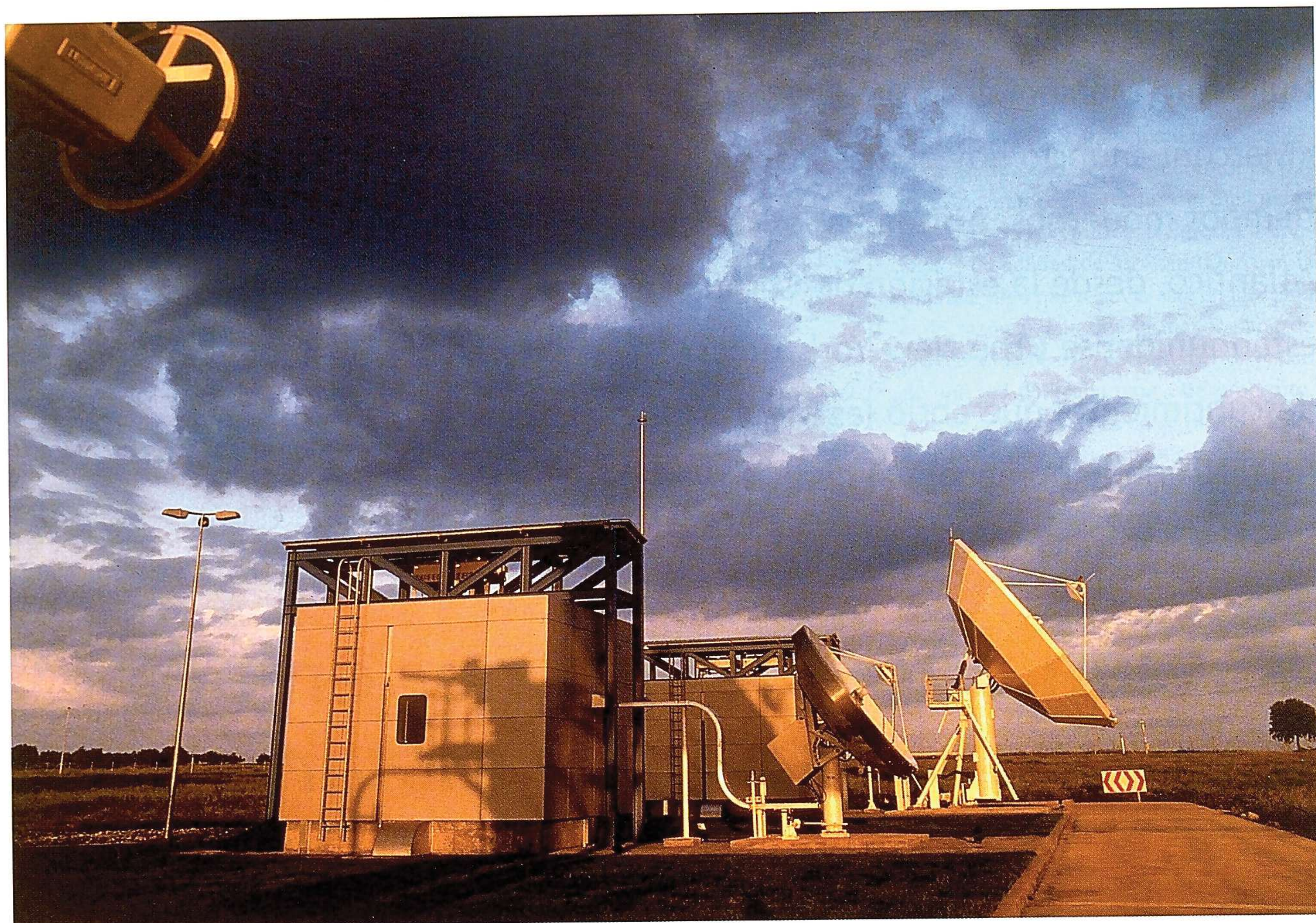
Es evidente que los medios técnicos de que Marconi disponía para esta comunicación, estaban muy lejos de los que hoy conocemos. Pero, no sólo eso, también estaban muy lejos de los que pocos años después, él mismo podría utilizar.

Para su primera comunicación de TSH Trasatlántica, Marconi, no se apoyó en la electrónica. Sus aparatos de transmisión y recepción eran exclusivamente eléctricos.

En 1900 diseñó un aparato que permitía sintonizar diferentes frecuencias de radio

En nuestra opinión, esa fecha, marca el inicio práctico de las posibilidades que podía ofrecer el desarrollo de la comunicación radiotelegráfica, o telegráfica sin hilos, TSH, o la radio.

Como sabemos los antecesores teóricos fundamentes se deben a Michael Faraday



(1791-1867), James Clerk Maxwell (1831-1879), y Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894). El que más influyó en Marconi, aparte de su predisposición y curiosidad, fue Hertz. En 1894, leyó un artículo, preparado por su profesor de física Augusto Righi (1850-1920) sobre las ondas hertzianas, que marcarían su destino. Por aquellos años varios investigadores experimentaban sobre las ondas radioeléctricas, entre ellos, RIghi, Edouard Branly (1864-1940), Oliver Joseph Lodge (1851-1940), Aleksandr S. Popov (1859-1906), Nikola Tesla (1856-1943). Los resultados alcanzados por ellos, animarían el camino de Marconi. No es demérito para Marconi indicar que él solo no inventó la TSH, sino que siguió y mejoró la senda iniciada por otros, como también es de justicia acordarnos de esos otros. Quizás fue el primero en intuir que con las ondas electro-magnéticas se podría conseguir enviar señales eléctricas a distancia y de esta forma establecer una comunicación, al igual que lo hacía ya la telegrafía. Pero sin el tendido de cables; es decir, una telegrafía sin hilos. Pero, no todo fue experimentar, también hubo trabajo para los Tribunales por competencia de patentes, promovidas por separado contra Marconi, por Lodge y Tesla.

Después de la lectura del artículo de Hertz, el entusiasmo de Marconi le hizo comenzar sus experimentos. Damos una breve relación de ellos y sus logros más significativos en las iniciales comunicaciones radioeléctricas. La actividad desplegada por Marconi, en los pocos años siguientes, es realmente asombrosa.

A los veintiún años logra la primera comunicación entre su casa y su jardín, unos pocos metros. Gracias a nuevas configuraciones en los circuitos, consigue ir aumentando las distancias.

Al no encontrar apoyos en Italia decide ir a Inglaterra, y buscarlos con la ayuda de la familia de su madre. El 2 de junio de 1896, registra la patente «Aparato para la mejora en la transmisión de impulsos eléctricos y señales». Del que demuestra su funcionamiento en una plaza de Londres y en Salisbury.

Poco después, en mayo de 1897, une por radio una distancia de 16 km, a través del Canal de Bristol, entre Lavernock Point (al sur de Cardiff) y la isla de Flatholm. Esta comunicación es el inicio del objetivo de Marconi: ¡Más largas distancias! Con un grupo de financieros ingleses funda la compañía Wireless Telegraph and Signal Co. Ltd. Esta empresa construye dos estaciones radiotelegrá-

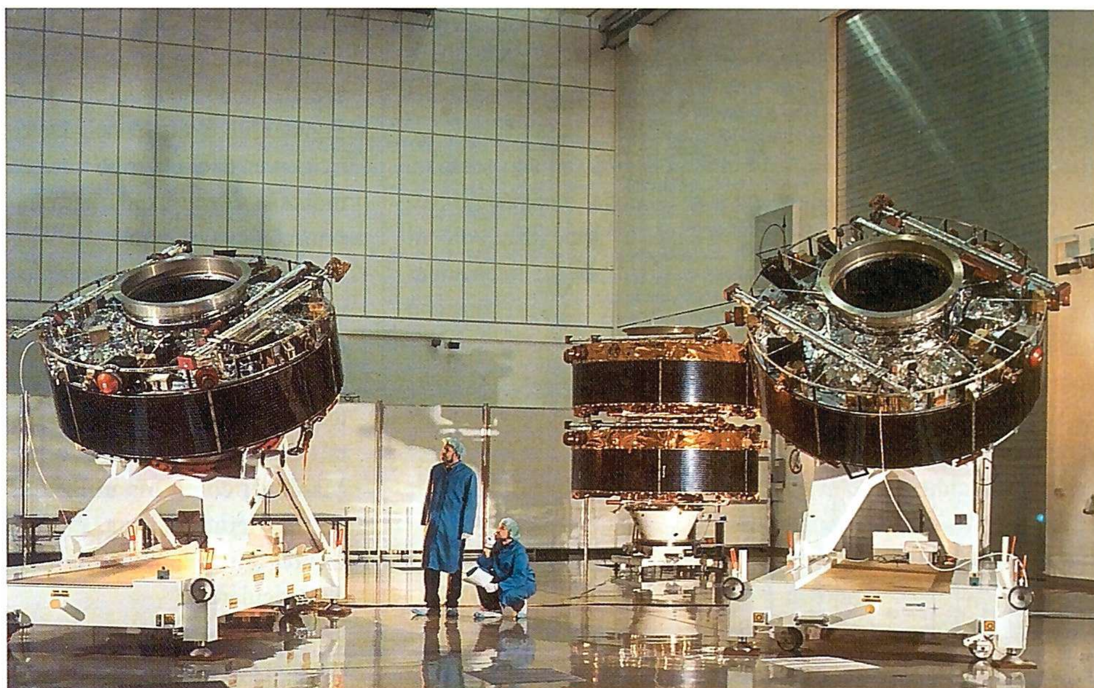
ficas, una en Alum Bay, en la isla de Wight, y la otra, a 25 km en Bournemouth, Poole, condado de Dorset. La misma distancia experimenta con barcos. Toma amistad con John Ambrose Fleming (1849-1945), inventor de la válvula diodo en 1904, y le invita a examinar sus equipos, en abril de 1898.

Realiza ensayos en Roma y con el buque de guerra italiano *San Martino,* y cabo Bartolomeo (La Speiza) uniendo 18 kilómetros.

A bordo del *Flying Hunters,* en junio de 1898, siguió la regata Kingstown para el *Daily Express*. Éste publicaba las incidencias de la regata en su edición vespertina. Este mismo año, lleva a cabo una comunicación permanente entre la residencia *Osborne House,* en la isla de Wight y el navío *Osborne;* para comunicarse la Reina Victoria con su hijo, el Príncipe de Gales. También realiza varios trabajos de comunicaciones por radio para la aseguradora Lloyds.

Establece en el faro de South Foreland, cerca de Dover, condado de Kent, un servicio de radio con el barco-faro *East Goodwin,* situado a unos 20 km mar adentro. Debido a la niebla, el *East Goodwin* colisiona, el 3 de marzo de 1899, con un vapor. Gracias al envío de un SOS y recibido en el faro de South Foreland, pudo ser salvada toda la tripulación.

Inaugura, el 27 de marzo de 1899, un servicio regular de radiotelegrafía entre Inglaterra y Francia. Se unían el faro de South Foreland y la estación,


El invento de Marconi abrió las puertas a las telecomunicaciones del tercer milenio

al otro lado del Canal de la Mancha, de Chalet l'Artois, en Wimereux, cerca de Boulogne: 50 kilómetros.

En este año continúa con sus ensayos e innovaciones. Se traslada a Estados Unidos y transmite datos para dos periódicos de la regata *America's* Cup y la transmisión entre dos barcos de la Armada de Estados Unidos: el *Nueva York* y el *Massachusetts*.

En su base de Canadá, Marconi percibió en su auricular las débiles señales, que fueron transmitidas desde Inglaterra

Funda algunas compañías más para la explotación radiotelegráfica: la Marconi International Communication Company Co. Ltd., para comunicaciones con barcos y matriz de la Marconi Wireless and Telegraph Company of America, que pasado el tiempo sería la Radio Corporation of America, conocida hoy en día como RCA. También tuvo relaciones con Edison, al que, para evitar problemas, compró algunas de sus patentes relacionadas con la radio.

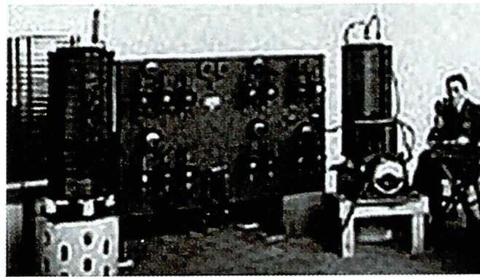
En 1900 diseñó un aparato que permitía sintonizar diferentes frecuencias de radio.

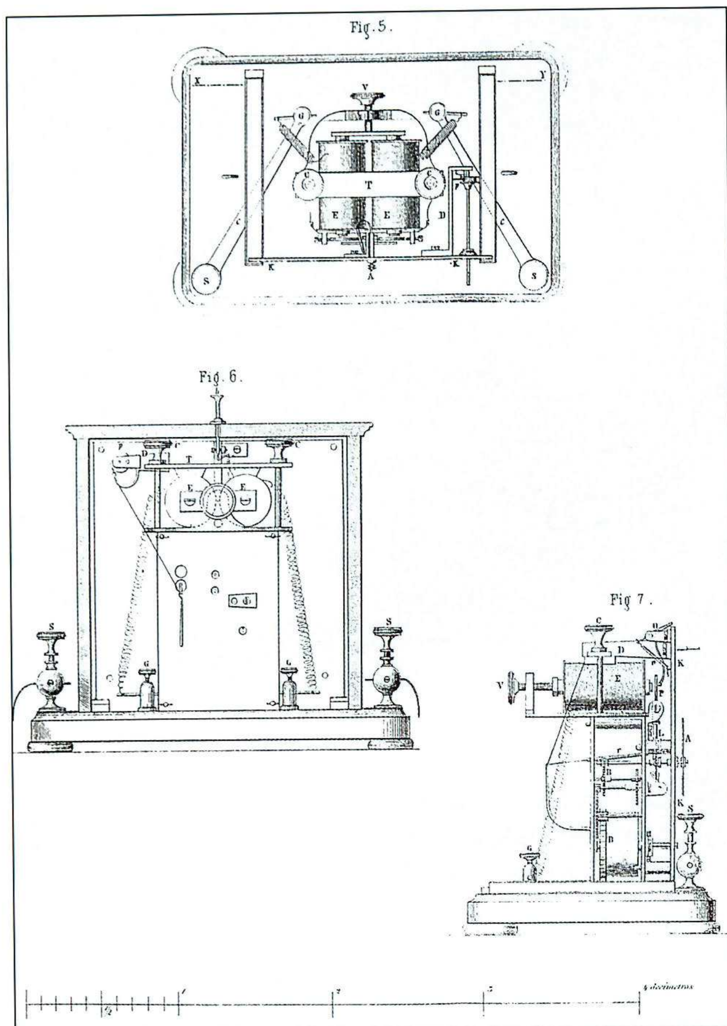
Los excelentes resultados que obtuvo le animaron a proseguir sus ensayos en la búsqueda de su mayor anhelo, que era comunicar las dos orillas del océano Atlántico. Comunicación que al decir de algunos científicos de la época, como el matemático Henri Poincaré (1854-1912), era imposible, pues consideraba, según sus cálculos que las ondas de radio, no se adaptarían a la curvatura de la Tierra y se perderían en la atmósfera; por lo que, aseguraba, que una comunicación de más de 300 km sería imposible.

Marconi tenía otras ideas. Su gran entusiasmo no le permitían desánimos y es posible que algo intuyese. Por un lado, conocería que desde 1880, los geofísicos, entre ellos Balfour Steart, sospechaban la existencia de capas ionizadas en la alta atmósfera, como explicación de algunas de las características de las auroras boreales y las variaciones del campo magnético terrestre. Por otro lado, la comunicación efectuada en enero de 1901, entre la isla de Wight y Cornualles (250 km) le reafirmó en su idea, ya que, para salvar esa distancia y dada la curvatura de la tierra en esos dos puntos, se precisarían alturas de unos 2 km en cada uno de ellos, para tener una comunicación en línea recta.

Así todo, no se conocía la existencia de la ionosfera ni se







sospechaba quién podría tener razón. Realmente, hacer frente al desafío suponía jugarse prestigio y dinero. Si Marconi no hubiera sido un obstinado y un buen ingeniero, probablemente, habría dejado la aventura y no habría descubierto el fenómeno físico de la ionosfera y tampoco habría proporcionado a la radio la mayoría de edad.

Su creatividad, imaginación y voluntad vencieron todos los impedimentos y demostraron que en tecnología siempre hay un paso más allá

Con la celeridad acostumbrada, y sin duda, gracias a los excelentes ayudantes que debía tener, Marconi se puso en marcha para realizar su ambicioso proyecto. Construyó un equipo emisor, en Poldhu (Cornualles, Inglaterra), de 15 kw de potencia y con una longitud de onda de 1.800 metros (166,66 kc/s); en el que colaboró John A. Fleming, ya citado. Es preciso anotar que este transmisor, como los de la época, tendría gran cantidad de armónicos, por lo que realmente, la transmisión incluiría frecuencias mayores. La antena estaba sostenida por globos. En Poldhu, se recuerda hoy, con un monumento, el lugar desde el que se hizo la primera transmisión trasatlántica.

Marconi, en noviembre de 1901, instaló el receptor en San Juan de Terranova, Canadá, a 3.684 km de Poldhu, en la cumbre de una montaña llamada Signal Hill. Coincidencia histórica, pues hacía tiempo que esa montaña era utilizada para hacer señales con banderas a los barcos. En este caso no empleó un receptor sintonizado, posiblemente para conseguir mayor anchura de banda. Como detector empleaba un cohesor de gota de mercurio (inventado por Marconi) como los utilizados por la Marina italiana. Par aumentar la sensibilidad disponía de auriculares.

El día previsto para la recepción se levantó en San Juan, un fortísimo viento que impedía utilizar los globos previstos para sustentar la antena. Por ello, Marconi, decidió el empleo de una cometa para que elevase los 120 metros de hilo de cobre de la antena receptora.

Todo estaba listo en la fecha y hora convenidas: 12 de diciembre de 1901, 12,30 minutos, hora de San Juan.

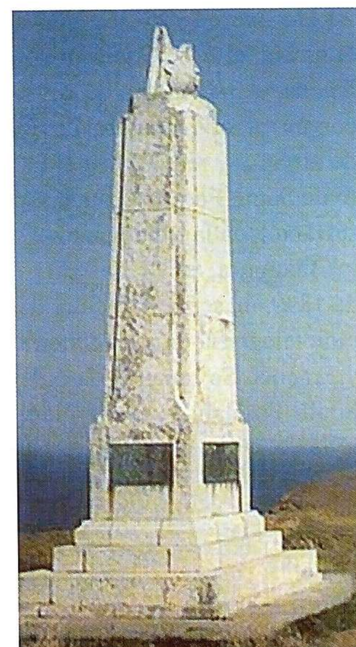
Y sucedió. En ese momento, Marconi percibió en su auricular débiles, pero claras, unas señales, una sucesión de tres puntos de la letra S del alfabeto Morse, transmitidas desde Poldhu. Marconi, para asegurarse de lo oído, alargó el auricular a su ayudante de confianza y le preguntó: ¿Puede oír algo señor Kemp? La respuesta fue afirmativa. Esta sencilla pregunta y su afirmativa respuesta demostraban que la comunicación a larga distancia por radio era posible. Poco después, a las 13,10 y a las 14,20 horas volvieron a oírse la sucesión de los tres puntos de la S, emitidos nuevamente desde Poldhu.

El tesón había vencido. Los que aseguraban la imposibilidad de esta comunicación tendrían que revisar sus cálculos, pero sobre todo, debían grabar en sus mentes que siempre hay un más allá. Aunque no sepamos explicarlo.

Se abría así, el inicio de la era de la radio, la herencia de Marconi, la telegrafía sin hilos. Luego Kennelly, Heaviside, Appleton, etc., serían quienes demostrarían y explicarían la existencia de las capas de la ionosfera, sin las cuales, como se supo, no sería posible la radio a larga distancia.

El éxito de Marconi es recogido en el *New York Times,* del 15 de diciembre de 1901, de esta manera: *«Guillermo Marconi anunció esta noche el más maravilloso de los acontecimientos de los tiempos modernos. Afirma haber recibido señales eléctricas a través del Atlántico, desde la estación de Cornualles».*

No le faltaron a Marconi detractores, que no querían admitir la evidencia de los admirables resultados que obtenían sus investigaciores. Además de los juicios ya indicados anteriormente tuvo que soportar las fuertes presiones de opinión promovidas por las compañías que explotaban los cables telegráficos a través del Atlántico, ya que veían mermar su negocio presente y futuro. Sobre to-



Monolito en Poldhu (Inglaterra) que recuerda la hazaña de Marconi

do la Anglo-American Telegraph, que reclamaba la exclusiva de la explotación telegráfica por cable y anunció una querella contra Marconi. El apoyo de la prensa a Marconi y la colaboración de Alexander Graham Bell, permitió que las cosas no fueran a más.

Marconi obtuvo el Nobel de Física en 1909, «por los méritos contraídos al desarrollo de la telegrafía sin hilos»

Sin embargo, la telegrafía sin hilos, comercial, pública y militar, se fue imponiendo, por la evidencia de su funcionamiento y por la férrea organización mercantil promovida por Marconi. Algunos episodios dramáticos demostraron, aún más, sus posibilidades, como la guerra entre Rusia y Japón (1904-1905); la expedición Polar de Peary (1909) y otros.

Para finalizar este trabajo, creemos que es obligado recordar, brevemente, algunos de los medios utilizados en estas comunicaciones, con los que hoy nos puede parecer imposible obtener algún resultado aceptable. Se debe señalar, que estos enlaces por radio, eran puramente eléctricos en dos aspectos. Uno: sólo permitían transmisiones de señales telegráficas, en general, por el alfabeto Morse, y por ondas amortiguadas: la transmisión de la voz y la música vendrían más tarde. Dos: no existía, todavía, los componentes electrónicos aplicados a la radio, de ahí su funcionamiento eléctrico. A partir de 1904 se conseguirían ondas de amplitud constante con los alternadores de alta frecuencia. Poco después vendrían las válvulas electrónicas.

En líneas generales, la emisión se hacía por medio de un generador de chispas de alta tensión, proporcionada por un carrete de Ruhmkorff. El acoplamiento a la antena podía ser directa o inducida y sintonizada o no.

La detección de las señales tenía mayores dificultades, a medida que aumentaban las distancias. Desde 1874 se conocían las propiedades rectificadoras del sulfuro de plomo (galena), pero inicialmente no daba los resultados deseados. La solución a la detección llegó con el cohesor



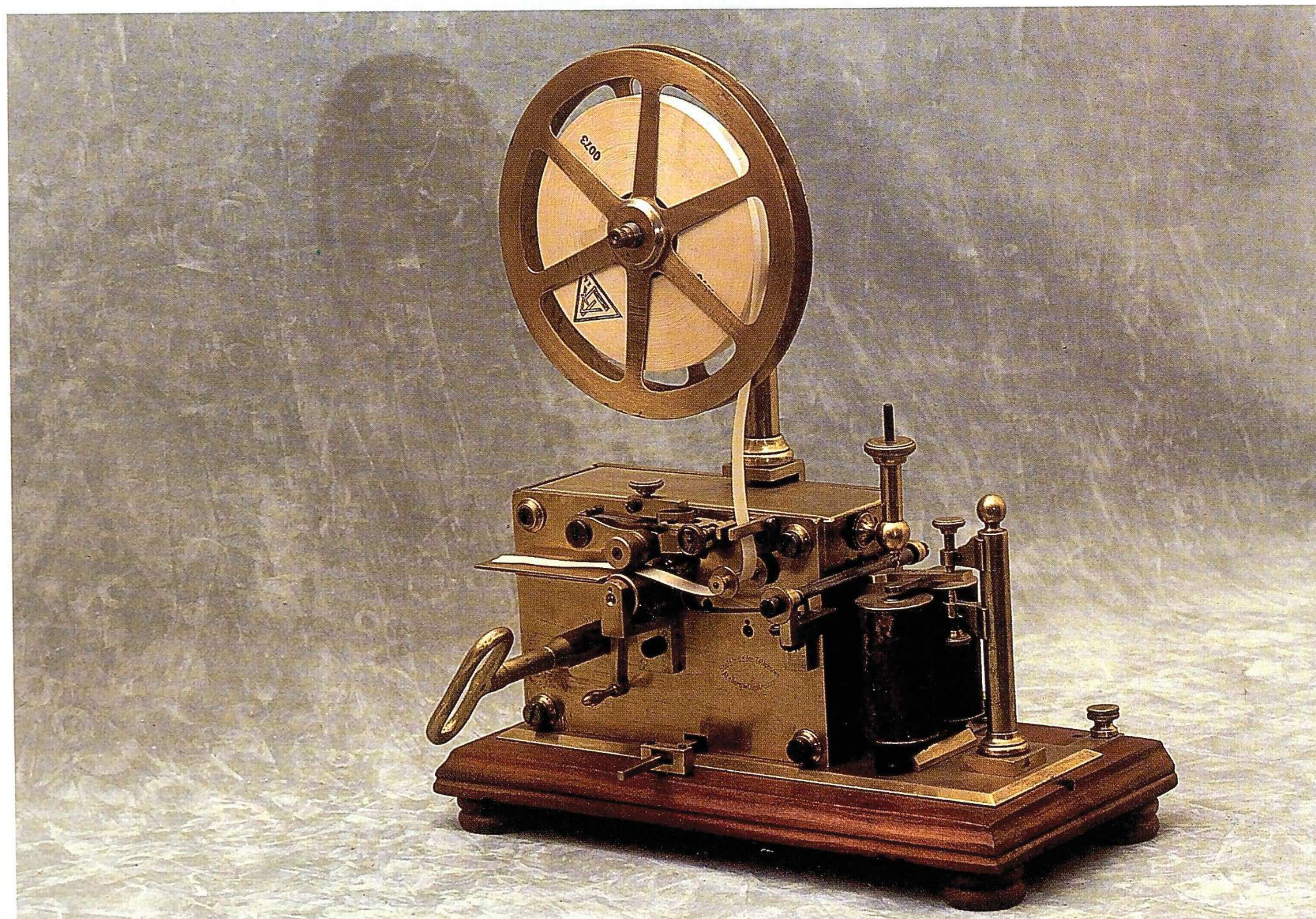
inventado para otros motivos en 1890 por Branly, siguiendo los trabajos de Calcecchi.

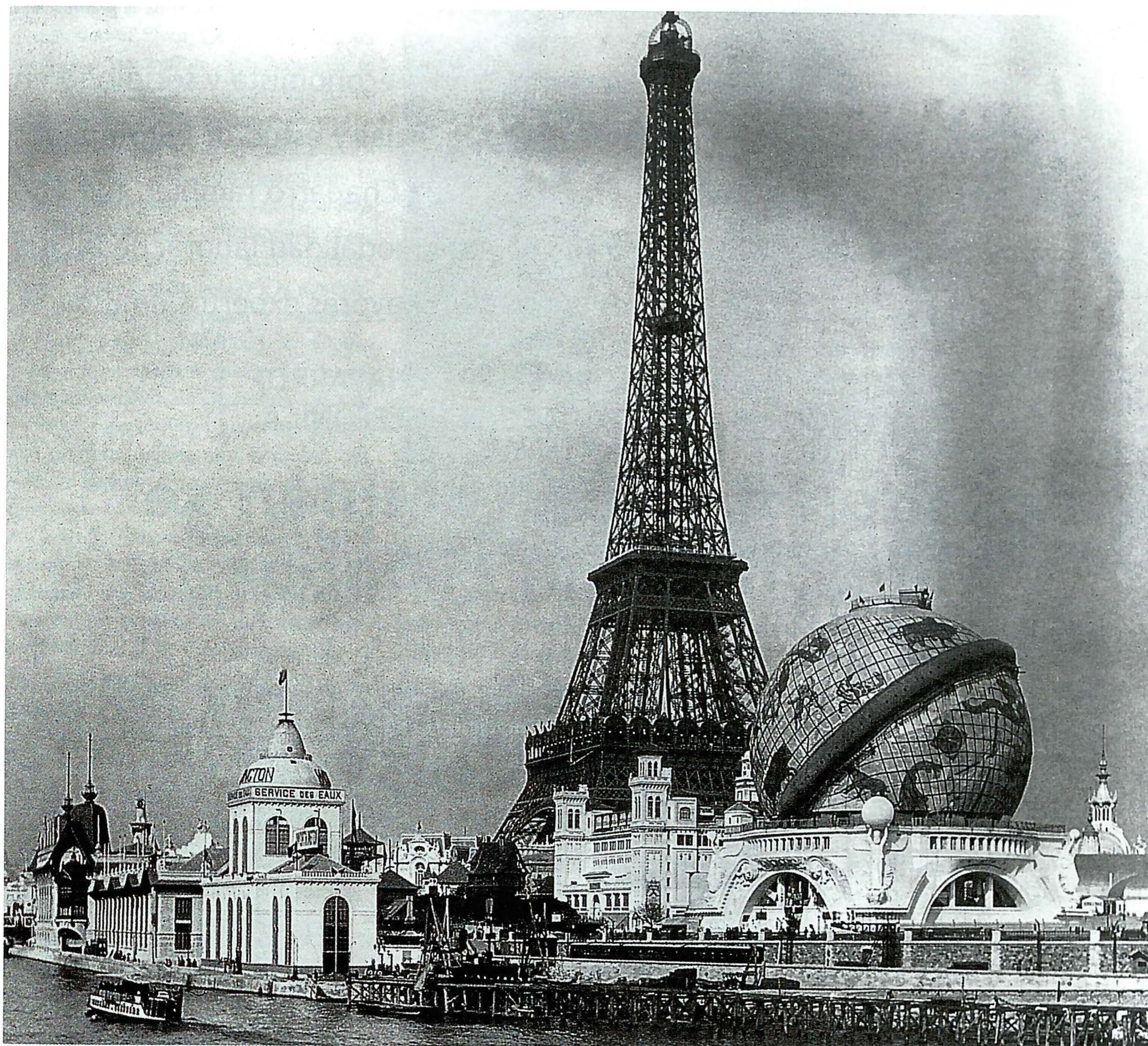
El cohesor de Branly es un tubito, aislante, lleno de limaduras metálicas, presionadas ligeramente por dos electrodos de sus extremos; este contacto imperfecto tiene una resistencia eléctrica muy elevada, la cual, disminuye por acción de las ondas radioeléctricas. Estas variaciones de resistencia eran aprovechadas para accionar eléctricamente sistemas receptores de radiotelegrafía. Era preciso desactivar el cohesor, con una ligera vibración, para volverle a su estado de alta resistencia, sino su baja resistencia era permanente. De ahí el electroimán a modo de timbre eléctrico del esquema básico de un receptor para golpear el tubito y restablecer la resistencia alta del cohesor. Se idearon muchos tipos de cohesores, citaremos el de Marconi, también llamado de gota de mercurio, ya mencionado, a base del tubito aislante, limaduras de plata y níquel y una gota de mercurio.

Igualmente, cabe señalar, la obstinada decisión de Marconi de no hacer oídos a los que aseguraban la imposibilidad de la comunicación trasatlántica, basados en que, para unir por una onda de propagación recta, los puntos Poldhu-San Juan, se necesitarían alturas de unos 400 km por sus latitudes y longitudes. Era difícil comprender que las ondas pudieran curvarse tanto. Pues bien. El éxito en el primer intento, tuvo, también, otros aciertos. Por ejemplo la elección de la hora; tanto la emisión como la recepción se hizo de día en los dos lugares, hoy conocemos la influencia que puede tener las diferencias día-noche, por el diferente grado de ionización de las capas de la ionosfera. Si bien, en la recepción de las 14,20, serían las 17,35 en Poldhu, ya de noche en esa época del año. También fue un acierto que no empleara circuitos sintonizados, pues de esta forma conseguiría mayores márgenes de frecuencia, y tendría más armónicos, facilitando así las reflexiones de algunas de las ondas puestas en juego. Cabe suponer, que si la frecuencia fundamental de la transmisión fue de 166,66 kc/s, las reflexiones, de ésta y sus armónicos, debieron tener lugar entre las capas D y E de la ionosfera, es decir, entre 60-100 km, lo que supone cuatro saltos para ondas tangentes a la curvatura de la Tierra, en los puntos de emisión y recepción.

Pocos años después los medios técnicos mejorarían. En 1904, Fleming, inventaba la válvula diodo y en 1906, De Forest, inventa el triodo. Fue como un regalo del cielo. Con esas válvulas la electrónica podía participar, de un modo esencial, en el funcionamiento de la radio. Sin duda sería del asombro del propio Marconi, por las amplias posibilidades que ahora tenía frente a las de pocos años antes. Tanto fue así, que a partir de entonces se identificó radio con electrónica, pues salvo algunas pocas aplicaciones industriales ajenas a la radio, electrónica, y radio con sus ramas afines, casi eran sinónimas. Situación que duró hasta años posteriores al invento del transistor (1947), el cual permitió, como sabemos, diversificar el uso de la electrónica a utilidades distintas de la radio.

Como hemos visto, el lema de Marconi, parece que era el *probar y volver a probar*, de Galileo. Hasta el final de sus





Si la construcción de la Torre Eiffel en 1889 simbolizó los adelantos técnicos del siglo pasado, el hallazgo de Marconi posibilitó las modernas telecomunicaciones que ahora disfrutamos

días continuó con sus investigaciones, ensayos y demostraciones; como los trabajos sobre las ondas cortas; o el accionamiento, vía radio, de las iluminaciones de varios lugares: en 1930, desde Génova, la del Ayuntamiento de Sidney, Nueva Escocia, Canadá; en 1931, desde Roma la de la estatua de Jesucristo, en el Corcovado, Río de Janeiro. Y en 1933, desde Roma, la de la Exposición de Chicago.

Marconi recibió muchos reconocimientos y honores, de diversos países y organizaciones. Fue Premio Nobel de Física en 1909, *Como reconocimiento por los méritos contraidos al desarrollo de la telegrafía sin hilos»;* compartido con Karl Ferdinand Braun. El rey de Italia, Víctor Manuel III, le nombro marqués en 1929.

Guillermo Marconi Jameson, había nacido en Bolonia, el 25 de abril de 1874 y murió en Roma, el 20 de julio de 1937. Este día, como homenaje a este gran inventor y empresario, todas las emisoras del mundo silenciaron sus programas durante dos minutos.

BIBLIOGRAFÍA

Proceedings of the IEEE, 7 jul 1998. *Marconi's History.* Gian Carlo Corazza. Id. Id. *Scaning the Past. Fleming Valve.* James E. Brittain. Ingeniería Electrónica y de Radio. Terman. Protagonistas de la Historia. Difusora Internacional. Biografías España. Historia y Vida. Núm. 28 Extr. Diccionario de Radioelectricidad. Maymó. Radio Amateurs Handbook. Escándalos financieros en la Historia. Pedro Voltes. ABC Cultural.